

環境安定化によるファイバーノイズの低減

Fiber Noise Reduction Using Stable Environments

産総研¹, 横国大工², JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ³

○和田 雅人^{1,2,3}, 大久保 章^{1,3}, 洪 鋒雷^{2,3}, 稲場 肇^{1,3}

AIST, NMIJ¹, Dep. Phys. YNU², JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS)³,

○Masato Wada^{1,2,3}, Sho Okubo^{1,3}, Feng-Lei Hong^{2,3}, Hajime Inaba^{1,3}

E-mail: masato.wada@aist.go.jp

光周波数標準の高精度化により、狭線幅レーザー光を他の実験室や遠隔地に伝送する機会が増えている。光ファイバーでレーザー光を伝送すると、ファイバーの屈折率及び光路長変動により生じるファイバーノイズ (FN) がレーザーの位相雑音に付加されるため、スペクトル線幅の狭いレーザー光を伝送する際には FN の低減が重要である。FN を低減するために、一般的には光路長変化を音響光学変調器 (AOM) で補償する方法が用いられる。レーザー光は送信元で 2 分岐され、一方が AOM を通して遠端へと伝送される。遠端では光の一部が反射され、同一の光ファイバーを通過して送信元に送り返される。この返信光と送信元で分岐したもう一方の光とのビートを観測し、AOM の駆動信号との位相差により伝送路の光路長変動を検出する。これがゼロになるように AOM を制御することで FN の大部分が除去できる。ここで問題となるのは、ビートを検出するために用いる干渉計 (Fig.1 破線内) に FN を除去できない部分 (赤線部) が残る点である。この残留ノイズは「環境由来の雑音」と呼ぶことができ、低減のための明確な指針は示されていない。

我々はこれまでに、光ファイバーのみで構成されるビート干渉計を用いて、10 m の長さの光ファイバーが付加する環境由来の雑音を測定した。環境雑音を取り除くために、干渉計を

①密閉容器に入れる、②真空容器に入れる、③温度制御する、④音響遮蔽箱に入れる、といった方法を試した。それぞれの方法で取り除けるノイズ源がどの程度の干渉計の位相変動を引き起こすかを、位相雑音のパワースペクトラム密度および光キャリア周波数の相対アラン偏差で評価し、上記①～④がいずれも環境雑音低減に有効であるとの知見を得た。今回新たに、光源の強度変動が環境雑音評価の精度を制限していたことが判明した。そこで、レーザー光の伝送路を見直すことで強度雑音を十分低減し、再び①～④の評価を行った。その結果、10 m の光ファイバーが付加する環境雑音により制限される周波数比較精度は、1 秒平均の相対アラン偏差 (測定帯域: 500 Hz) で 7×10^{-20} 、 10^5 秒平均で 10^{-22} 台まで低減できた。これは前回報告した値より一桁以上良い。

本講演では、高い精度で測定された環境雑音とその低減に有効な方法について報告を行う。

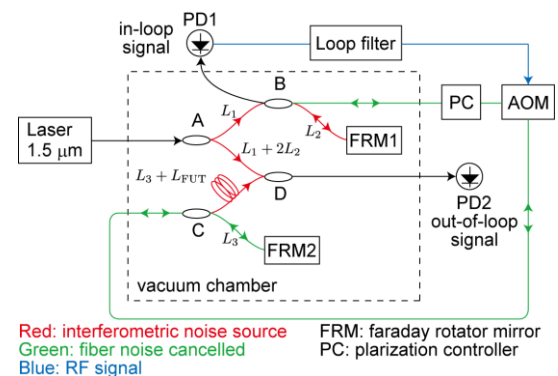


Fig.1 Schematic of the assessed interferometer.